

**Comportamento de genótipos de mandioca
quanto às características produtivas em diferentes
épocas de colheita em Paranavaí, PR**



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
119**

**Comportamento de genótipos de mandioca
quanto às características produtivas em diferentes
épocas de colheita em Paranavaí, PR**

*Marco Antônio Sedrez Rangel
Rudiney Ringenberg
Vanderlei da Silva Santos
Eduardo Alano Vieira
Maria Cristina Neves de Oliveira*

***Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2021***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Alessandra Angelo

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Foto da capa
Marco Antônio Sedrez Rangel

1ª edição
Publicação digital: PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Comportamento de genótipos de mandioca quanto às características produtivas em diferentes épocas de colheita em Paranavai, PR / Marco Antônio Sedrez... [et. al.]. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.

22 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003, 119)

1. Mandioca 2. Produtividade I. Sedrez, Marco Antônio II. Ringenberg, Rangel Rudiney III. Santos, Vanderlei da Silva IV. Vieira; Eduardo Alano V. Oliveira, Maria Cristina Neves de. VI. Título. VII. Série.

CDD 633.682

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro (CRB 5/1161)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	20
Referências	21

Comportamento de genótipos de mandioca quanto às características produtivas em diferentes épocas de colheita em Paranavaí, PR

Marco Antônio Sedrez Rangel¹

Rudiney Ringenberg¹

Vanderlei da Silva Santos¹

Eduardo Alano Vieira²

Maria Cristina Neves de Oliveira³

Resumo – A colheita de uma lavoura de mandioca pode demandar um longo período para ser concluída, o que pode gerar oscilações na produtividade, influenciadas, principalmente, pelo teor de amido das raízes. Com isso, podem ser afetados negativamente a renda do agricultor e o desempenho no processamento industrial. Com o objetivo de estabelecer o comportamento de seis diferentes genótipos de mandioca em função da época de colheita, foi conduzido um experimento em Paranavaí, estado do Paraná, Brasil. Foram cultivados seis genótipos, sendo quatro cultivares registradas para uso na região: duas geradas pela Embrapa (BRS CS01 e BRS 420), uma pelo IAPAR (IPR União) e uma etnovarietal (Caiuá). Também foram utilizados dois clones do programa de melhoramento genético da Embrapa, em fase final de avaliação (55-04 e 56-18). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três repetições e em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos genótipos e as subparcelas pelas épocas de colheita. Nove colheitas foram realizadas entre os 10 e os 23,5 meses após o plantio, avaliando-se a produtividade de raízes, os teores de matéria seca e amido e, por cálculo, estimando-se a produtividade de amido. Verificaram-se distintos comportamentos dos genótipos em função da época de colheita. As cultivares BRS CS01 e BRS 420 foram precoces, constituindo-se como alternativas viáveis para a colheita no primeiro ciclo. Os clones 55-04 e 56-18 também apresentaram bom comportamento, sobressaindo-se no segundo ciclo, com

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

⁵ Matemática, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.

destaque para as altas produtividades de raízes e amido do clone 56-18 já a partir dos 14 meses após o plantio. Assim, os resultados obtidos com os genótipos BRS CS01, BRS 420, clone 55-04 e clone 56-18 evidenciaram características desejáveis, constituindo-se em opções interessantes para o planejamento visando bons resultados durante o período de colheita.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, curva de amido, produtividade, desempenho industrial.

Yield features of cassava genotypes related to harvest times in Paranavaí, PR

Abstract – The harvest of a cassava crop can take a long time to complete, which can generate fluctuations in productivity, mainly influenced by the starch content of the roots. Thus, the farmer's income and industrial processing performance can be negatively affected. In order to establish the behavior of six different cassava genotypes depending on the harvest season, an experiment was carried out in Paranavaí, state of Paraná, Brazil. Six genotypes were cultivated, four cultivars registered for use in the region: two generated by Embrapa (BRS CS01 and BRS 420), one by IAPAR (IPR União) and one ethnovariety (Caiuá). Two clones in the final evaluation phase (55-04 and 56-18) from Embrapa's breeding program were also used. The experimental design adopted was in randomized blocks, with three replications and in a split plot scheme, with the plots represented by the genotypes and the subplots by the harvest seasons. Nine harvests were carried out between 10 and 23.5 months after planting, evaluating root productivity, dry matter and starch contents and, by calculation, estimating starch productivity. There were behavior differences between genotypes depending on the time of harvest. The cultivars BRS CS01 and BRS 420 were precocious, constituting viable alternatives for harvesting in the first cycle. Clones 55-04 and 56-18 also showed good behavior, standing out in the second cycle, with emphasis on the high root and starch productivity of clone 56-18 from 14 months after planting. Thus, the results obtained with the genotypes BRS CS01, BRS 420, clone 55-04 and clone 56-18 showed desirable characteristics, constituting interesting options for planning aiming at good results during the harvest period.

Index terms: *Manihot esculenta* Crantz, starch curve, yield, industrial performance.

Introdução

O Brasil tem na cultura da mandioca uma das suas principais fontes de amido, estando a maioria das indústrias processadoras concentrada nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. A cadeia produtiva da mandioca nesses estados é responsável pela geração de muitos empregos, com um valor bruto da produção (VBP) no estado do Paraná estimado em R\$ 1.845,17 milhões (SEAB; DERAL, 2019).

Apesar desse destaque, a cadeia produtiva hoje encontra-se ameaçada quanto à sua competitividade, sendo a produção da matéria-prima a responsável pela maior concentração dos entraves. Segundo dados do IBGE (2019), entre a década passada e a atual, a produtividade de mandioca do Paraná apresentou crescimento pouco superior a 10%, e a produção de fécula continua muito abaixo da capacidade instalada da indústria.

Embora não reconhecida pelos atores do grande agronegócio, a mandioca tem potencial de alavancar a geração de renda, principalmente em países tropicais com condições edafoclimáticas diversas (Valle; Lorenzi, 2014).

Preocupados com os cenários atuais e futuro, representantes da cadeia produtiva têm demandado soluções à pesquisa, principalmente quanto ao desenvolvimento de novas cultivares que reúnam características positivas, como alta produtividade de raízes e de amido, estabilidade de comportamento, tolerância/resistência às principais doenças e insetos-praga, arquitetura que favoreça o plantio mecanizado e os tratamentos culturais, entre outras. Os programas de melhoramento genético das instituições públicas têm encaminhado algumas soluções potenciais, como novas cultivares, mas estas ainda se encontram em estágio inicial de adoção. No caso da Embrapa, foram lançadas duas variedades para o processamento industrial de amido e farinha: a BRS CS01 (BRS, 2016) e a BRS 420 (BRS, 2020). Ambas foram caracterizadas como de perfil precoce, permitindo a colheita no primeiro ciclo, sem deixarem de serem opções importantes, caso ocorra a decisão de colheita no segundo ciclo. Outra característica importante dessas variedades é a aptidão para cultivo em plantio direto, prática conservacionista em crescente adoção no Centro-Sul do Brasil.

Entre as várias características que uma cultivar superior de mandioca deve apresentar, a produtividade de amido, ou quantidade de amido produzida por

unidade de área seguramente é a que proporciona maior impacto. Para as indústrias processadoras, a eficiência do processo de extração do amido é influenciada diretamente pelo teor deste nas raízes, o que reflete no preço a ser pago pela matéria-prima e, conseqüentemente, no resultado financeiro do produtor.

A colheita nas lavouras de mandioca no Centro-Sul do Brasil ainda é feita de forma semimecanizada, com intensa utilização de mão de obra, o que ocasiona baixa eficiência na operação, demandando, muitas vezes, longos períodos para a conclusão em uma área não muito extensa (baixo rendimento operacional). Considerando-se o rendimento médio operacional de 0,15 ha/homem/dia, uma utilização média de 20 homens/dia (6 dias por semana), e uma produtividade de 24,3 toneladas/ha (IBGE, 2020), uma área de 100 hectares demanda cerca de 40 dias para ter concluída sua colheita.

Também se deve considerar que, em função de limitações da capacidade de recebimento da indústria, não é possível viabilizar a colheita simultânea de muitas lavouras. Por esses motivos, normalmente a colheita se estende durante boa parte do ano, o que causa oscilação nos teores de matéria seca e na produtividade das raízes.

Recentemente, passou-se a adotar o modelo de comercialização segundo o conteúdo de matéria seca, que expressa o rendimento industrial de farinha ou amido (Valle; Lorenzi, 2014). Nesse aspecto, o conceito de produtividade de amido ganha sentido pois, além de alta produtividade de raízes, as variedades superiores devem expressar também um alto e estável teor de amido em suas raízes tuberosas.

Portanto, para prover a devida segurança aos agentes da cadeia produtiva quanto às decisões a serem tomadas, principalmente quanto ao planejamento de colheita e comercialização, não basta disponibilizar cultivares que alcancem alta produtividade de raízes e amido somente em uma determinada época do ano. Para prever melhor o comportamento das cultivares são necessárias mais informações, considerando-se diferentes épocas de colheita ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. Conhecendo as características de cada cultivar, os produtores podem programar o plantio e a colheita de forma escalonada, utilizando-se de mais de uma cultivar para potencializar a produtividade de amido ao longo das colheitas.

Desta maneira, o presente trabalho objetivou estabelecer o comportamento de seis genótipos quanto à produtividade de raízes da mandioca, teor e produtividade de amido, em colheitas realizadas ao longo de um período de 23,5 meses em Paranavaí, estado do Paraná, Brasil.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área de produtor de mandioca, localizada no município de Paranavaí, PR, nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Os dados dos resultados das análises de solo das áreas experimentais estão representados na Tabela 1. As variáveis climatológicas coletadas durante o período de condução do experimento estão demonstradas na Figura 1. O clima característico da região, segundo Aparecido et al. (2016), é classificado como Cfa, subtropical, com verão quente.

O plantio da mandioca foi feito de forma mecanizada nos dias 31/08 e 01/09/2017. A cobertura vegetal presente na área era composta por palhada de soja e vegetação espontânea. A adubação utilizada foi de 200 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 00.18.00. Aos 80 dias após o plantio, realizou-se a adubação em cobertura com 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. O espaçamento entre linhas foi de 0,9 m e entre plantas de 0,73 m. Os tratos culturais foram realizados de forma a manter a cultura sem a interferência de pragas.

Tabela 1. Resultados da análise do solo do local do experimento.

pH	Al	Ca	Mg	K	CTC	P	C	M.O.	V
(CaCl ₂)		Cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³		g dm ⁻³	(%)
4,50	0,30	0,62	0,26	1,51	5,57	3,00	9,10	15,69	42,91

Fe	Mn	Cu	Zn	Bo	Areia	Silte	Argila
					mg dm ⁻³		g kg ⁻¹
89,00	48,00	1,30	2,30	0,10	782,00	40,00	178,00

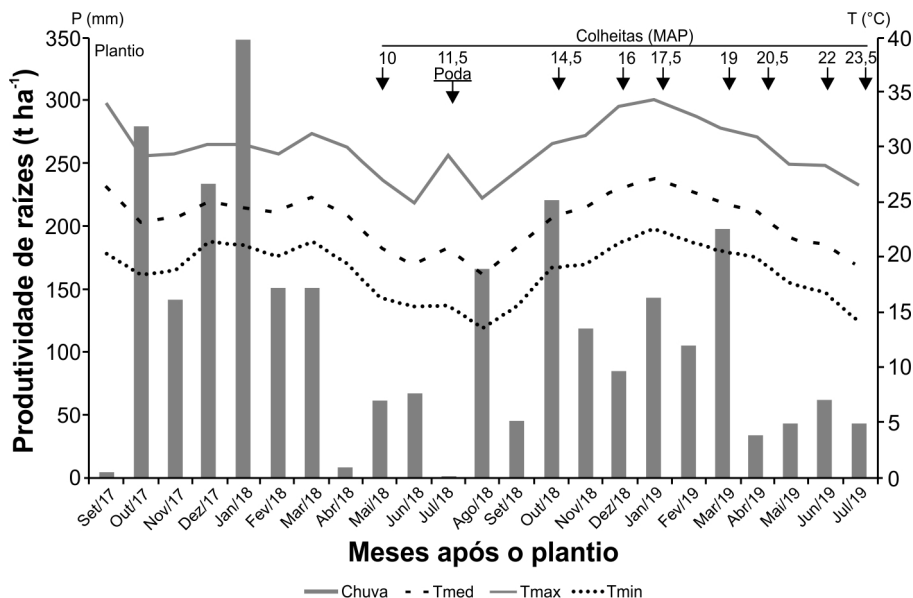


Figura 1. Valores mensais da pluviosidade (P) e temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) em Paranavaí, PR, durante o período experimental.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos genótipos e as subparcelas pelas épocas de colheita. As parcelas que receberam os genótipos foram constituídas de quatro fileiras com 50 m de comprimento. Já as subparcelas constituíram-se de 14 plantas das duas fileiras centrais, deixando-se sempre duas plantas em cada extremidade como bordaduras, sendo consideradas, portanto, 10 plantas como parcela útil.

As colheitas foram realizadas a cada 45 dias, iniciando-se aos 10 meses e concluindo-se aos 23,5 meses após o plantio (MAP). Em função de grandes dificuldades de arranquio (solo seco), decorrentes da ausência de chuvas, não foi realizada a colheita de 13 meses após o plantio. Em cada colheita, foram realizadas as seguintes avaliações:

- Produtividade de raízes (PR) – por meio da pesagem das raízes destacadas das 10 plantas, expressa em toneladas por hectare (t ha⁻¹).
- Teor de matéria seca – amostras de 5 kg de raízes colhidas foram pesadas em balança hidrostática, e os valores foram empregados para

calcular o teor de matéria seca, utilizando-se a equação proposta por Kawano; Fukuda; Cenpukdee (1987):

$MS (\%) = \{158,3 \times [PI/(PI-PF)]\} - 142$, onde:

PI = Peso inicial da amostra; no caso, 5.000 g;

PF = Peso obtido na balança após submersão das raízes.

- c) Teor de amido (AM; %) – estimado pela subtração do fator 4,65 do resultado do teor de matéria seca.
- d) Produtividade de amido (PAM) – estimada pela multiplicação da produtividade de raízes pelo teor de amido das raízes (valor decimal), sendo expressa em toneladas por hectare (t ha⁻¹).

As análises estatísticas foram procedidas pelo programa Sanest (Zonta, 1987). As médias dos genótipos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e os efeitos das épocas de colheita foram avaliados por análise de regressão. Os gráficos foram confeccionados com o uso do programa Excel.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância encontram-se apresentados na Tabela 2. Verificou-se efeito altamente significativo ($P < 0,01$) dos fatores genótipos, épocas, e da interação genótipos x épocas de colheita em todas as variáveis, exceto no caso do teor de amido (AMIDO), para o qual a interação foi significativa a 5%.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para as variáveis produtividade de raízes (PRAIZ), teor de amido (%AM) e produtividade de amido (PAM). Paranavaí, PR, 2017/19.

Causa da Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		PRAIZ	%AM	PAM
Genótipos (G)	5	1.172,87**	35,37**	122,88**
Épocas (E)	8	2.240,82**	63,35**	301,90**
G x E	40	75,28**	3,55*	10,20**
C.V. Parcela (%)	-	19,34	6,07	21,99
C.V. Subparcela (%)	-	12,76	4,17	13,98

**Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; *Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A produtividade média de raízes, de 42,36 t ha⁻¹ (Tabela 3), é considerada alta, sendo cerca de 82,6% superior à média do Estado do Paraná (23,2t ha⁻¹) e 179,7% superior à brasileira (15,1 t ha⁻¹), segundo dados divulgados pelo IBGE, referentes à safra 2018/2019 (IBGE, 2020). Esse fato denota, além da boa condução do experimento, a superioridade genética dos genótipos avaliados.

Embora os genótipos tenham respondido de forma diferenciada em função da época de colheita, a testemunha Caiuá (também conhecida como Olho Junto) apresentou comportamento inferior em todas as épocas (Tabela 3). Por outro lado, o clone 56-18 manteve-se no patamar superior em todas as épocas, destacando-se a produtividade de 72,75 t ha⁻¹ na colheita aos 22 meses após o plantio. Os clones BRS CS01 e BRS 420 apresentaram desempenho semelhante ao do clone 56-18, exceto aos 19 e 22 meses. Por sua vez, o clone 55-04, que teve uma produtividade intermediária nas colheitas aos 10, 11,5 e 14,5 meses, passou a destacar-se a partir da colheita dos 16 meses.

Tabela 3. Produtividade média de raízes (t ha⁻¹) de seis genótipos de mandioca, colhidos em nove diferentes épocas. Paranaíba, PR, 2017/2019.

Genótipo	Meses Após o Plantio (MAP)									Média
	10	11,5	14,5	16	17,5	19	20,5	22	23,5	
	22/05/18	12/07/18	23/10/18	07/12/18	22/01/19	08/03/19	25/04/19	10/06/19	25/07/19	
56-18	28,16 ab	35,78 a	37,34 a	38,51 a	44,29 a	68,80 a	57,63 a	72,75 a	60,43 a	49,30
BRS CS01	36,48 a	35,36 a	31,91 ab	39,07 a	41,96 a	44,96 bc	55,30 a	53,93 b	63,67 a	44,74
BRS 420	34,36 a	38,45 a	37,95 a	35,82 a	38,71 a	53,12 b	49,50 a	48,25 b	65,45 a	44,62
55-04	31,26 ab	30,31 ab	33,13 ab	37,54 a	46,22 a	53,27 b	49,62 a	50,18 b	57,08 a	43,18
IPR União	32,74 ab	30,13 ab	28,16 ab	27,30 ab	38,97 a	51,65 bc	58,70 a	57,08 b	57,64 a	42,49
Caiuá	20,77 b	21,42 b	21,87 b	19,38 b	25,37 b	39,67 c	33,86 b	48,40 b	37,52 b	29,81
Média	30,63	31,91	31,73	32,94	39,25	51,91	50,77	55,10	56,97	42,36

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A produtividade de raízes dos seis genótipos ao longo das colheitas, entre os 10 e os 23 meses após o plantio, apresentou três comportamentos distintos entre os genótipos, sendo eles: linear para o clone 55-04, quadrático para as variedades BRS CS01 e BRS 420, e cúbico para o clone 56-18 e as variedades IPR União e Caiuá. O nível de significância (0,01) e os valores dos coeficientes de determinação indicam bons ajustes para as equações de regressão (Figura 2).

As tendências foram crescentes, indicando melhor comportamento produtivo no segundo ciclo, uma vez que o ponto de máxima produtividade para todos os genótipos situou-se entre os 22 e 23 meses após o plantio (Figura 2). No entanto, vale destacar que, no segundo ciclo, o clone mais produtivo (clone 56-18) já apresentou um nível alto de produtividade desde os 19 até os 23 MAP, indicando uma maior precocidade de colheita no segundo ciclo. Os pontos de produtividade mínima variaram entre os genótipos. O clone 55-04, que teve comportamento linear crescente, apresentou, portanto, o ponto de mínima na primeira época de colheita. No caso dos demais genótipos, a produtividade mínima ocorreu entre 11,6 (56-18) e 12,9 meses (IPR União), após a poda da parte aérea, realizada aos 11,5 meses após o plantio. Nas condições ambientais de Roraima, Oliveira et al. (2017) observaram comportamento linear crescente na produtividade de raízes, no período compreendido entre 90 e 360 dias após a emergência das plantas de mandioca da variedade Aciolina, ou seja, no caso de colheitas precoces esses autores obtiveram aumento linear na produtividade de raízes ao longo do ciclo. Contudo, como neste estudo as colheitas iniciaram-se no final do primeiro ciclo vegetativo e estenderam-se ao longo do segundo ciclo passando pela fase de repouso fisiológico, nem todos os genótipos aumentaram de forma linear na produtividade de raízes até a colheita final.

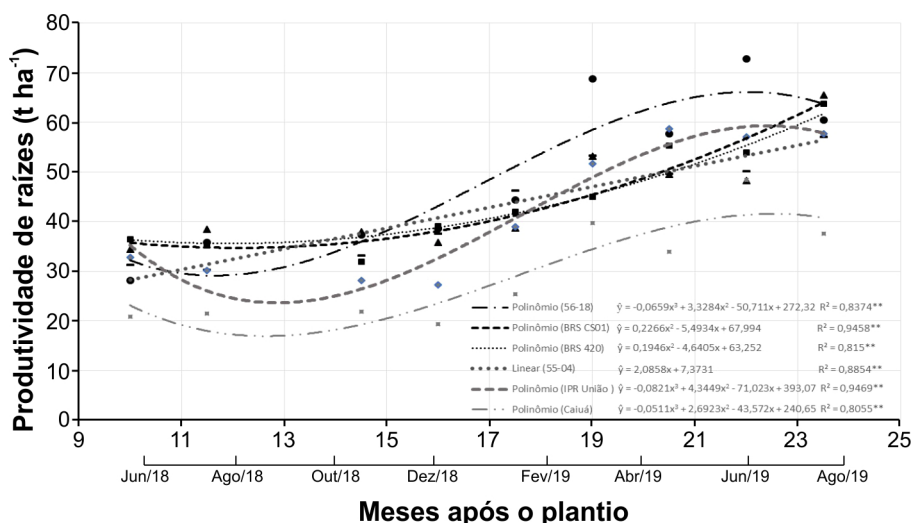


Figura 2. Variação da produtividade de raízes de seis genótipos de mandioca em nove épocas de colheita em Paranavaí, PR, 2017/2019.

Os teores médios de amido (Tabela 4), que foram de 36,02% na colheita aos 10 meses e 36,69% aos 11,5 meses, baixaram para 33,59; 31,69; 31,31 e 33,87%, aos 14,5, 16, 17,5 e 19 MAP, respectivamente, voltando a aumentar nas colheitas seguintes (35,09% aos 20,5 MAP, 35,77% aos 22 e 34,80% aos 23,5). Essa diminuição do teor de amido observada nas colheitas realizadas depois da poda (realizada aos 11,5 MAP) pode ser explicada pela utilização do amido para a formação da nova parte aérea. Informações da literatura relatam reduções no teor de matéria seca em raízes de mandioca, em seguida a uma poda (Aguiar et al., 2011).

Os teores médios de amido dos genótipos apresentaram variação entre 28,49% (BRS 420 aos 17,5 MAP) e 38,18% (IPR União aos 11,5 MAP) (Tabela 4). Dentro de cada época, houve alternância de comportamento dos genótipos; contudo, as cultivares BRS CS01 e IPR União apresentaram-se como mais estáveis por posicionarem-se no grupo com melhor desempenho em todas as épocas de colheita. A cultivar Caiuá também apresentou bom comportamento, com exceção do teor de amido obtido na colheita aos 23,5 MAP, quando alcançou valor inferior à IPR União. Semelhantemente, o genótipo 55-04 foi inferior à BRS CS01 e à IPR União na colheita aos 10 MAP. O genótipo 56-18 não obteve posição entre os melhores nas colheitas aos 11,5 e aos 14,5 MAP, enquanto BRS 420 obteve melhor posicionamento somente em duas épocas (19 e 23,5 MAP).

Tabela 4. Teores médios (%) de amido nas raízes frescas de seis genótipos de mandioca, em nove épocas de colheita. Paranavaí, PR, 2017/19.

Genótipo	Meses Após o Plantio (MAP)									Média
	10	11,5	14,5	16	17,5	19	20,5	22	23,5	
	22/05/18	12/07/18	23/10/18	07/12/18	22/01/19	08/03/19	25/04/19	10/06/19	25/07/19	
56-18	35,15 abc	34,51 c	31,82 b	32,63 a	33,00 a	33,05 a	35,45 ab	35,17 ab	35,10 ab	33,99
BRS CS01	38,05 a	37,56 abc	34,13 ab	31,56 ab	32,17 a	34,21 a	35,18 ab	36,22 a	34,90 ab	34,89
BRS 420	34,60 bc	34,66 bc	31,89 b	29,12 b	28,49 b	32,11 a	32,56 b	32,71 b	33,99 ab	32,24
55-04	33,90 c	37,31 abc	33,04 ab	32,02 ab	31,16 ab	34,34 a	34,69 ab	36,93 a	34,90 ab	34,25
IPR União	37,84 ab	38,18 a	35,86 a	31,16 ab	30,43 ab	34,61 a	36,29 a	36,36 a	37,01 a	35,30
Caiuá	36,59 abc	37,93 ab	34,82 ab	33,65 a	32,63 a	34,89 a	36,36 a	37,21 a	32,87 b	35,22
Média	36,02	36,69	33,59	31,69	31,31	33,87	35,09	35,77	34,80	34,31

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os genótipos apresentaram comportamento segundo uma equação quártica em relação ao teor de amido das raízes tuberosas durante o período das colheitas (Figura 3). Exceção a isso foi o comportamento quadrático para o clone 56-18. No caso do comportamento quártico, pôde-se constatar dois momentos de pico de alta, ambos por volta do mês de julho de cada ciclo. Os dois períodos indicados (julho/2018 e julho/2019) correspondem a temperaturas e pluviosidade baixas (Figura 1), o que está de acordo com a afirmação de Alves (2006), de que temperaturas baixas e escassez de água no solo resultam em queda de folhas e aumento da taxa de translocação do amido para as raízes tuberosas.

Já os pontos de mínima concentraram-se entre 16,1 e 17,3 MAP, no mês de janeiro de 2019. Em estudo realizado com quatro cultivares, Sagrilo et al. (2003) observaram comportamento similar. Nesse caso, o comportamento ajustou-se segundo equação cúbica pelo fato de as colheitas terem sido realizadas exclusivamente no segundo ciclo, ou seja, após o primeiro repouso fisiológico.

Conforme se pode observar na Figura 1, os períodos de máximo acúmulo de amido coincidem com a tendência de menores médias de temperaturas e índices pluviométricos, o que concorda com o constatado por Sagrilo et al. (2002), em ambiente do noroeste do Paraná. Por outro lado, o ponto de mínimo teor de amido ocorreu no período de maiores médias de temperaturas. Ebah-Djedji et al. (2012), em trabalho realizado na Costa do Marfim com cinco variedades e colheitas aos 11, 13, 15 e 17 MAP, verificaram teores médios de amido variando entre 13,24 e 23,08%. Os maiores valores absolutos, independentemente de genótipo, foram obtidos na colheita aos 13 MAP. Semelhantemente, Lessa; Ledo; Santos (2019) em trabalho realizado na região do Recôncavo Baiano, verificaram ponto de máximo acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas entre o 13º e o 14º mês após o plantio. Apea-Bah et al. (2011) indicaram a mesma idade da planta para a obtenção da maior produtividade de farinha, que tem correlação direta com a de amido.

Ao analisar indicadores de crescimento de quatro distintos genótipos de mandioca, em diferentes densidades populacionais, Oliveira et al. (2019) verificaram que a taxa assimilatória líquida, a despeito da densidade de plantas, atingiu o ponto mínimo por volta de 12 MAP, e o máximo em torno de 17 MAP. Esse indicador relaciona de maneira bastante próxima o ocorrido no presente trabalho, em que, perto dos 12 meses, a perda de folhas, com translocação

de fotoassimilados da parte aérea para as raízes, proporcionou o pico máximo de acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas. Posteriormente, no ponto de máxima acumulação de parte aérea, em torno de 17 MAP, houve nova inflexão na curva, em ponto de mínimo, com a retomada do acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas.

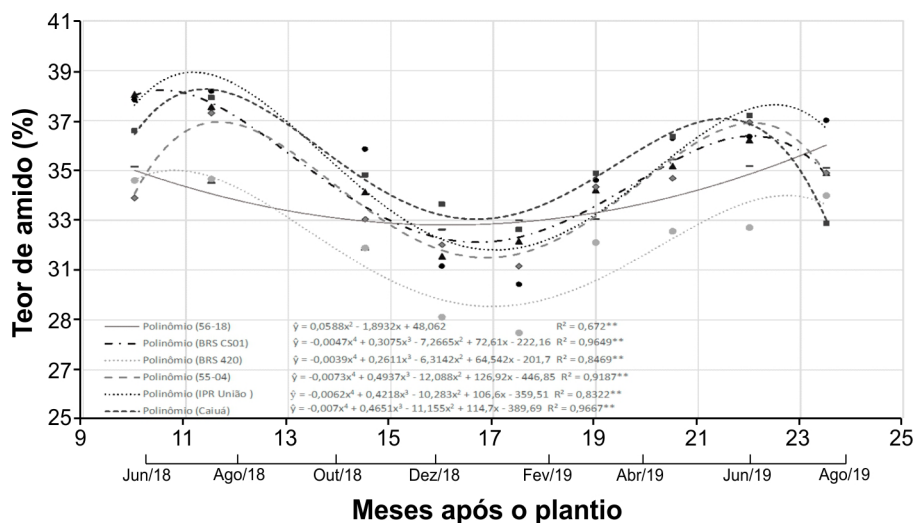


Figura 3. Comportamento do teor de amido das raízes frescas de diferentes genótipos de mandioca em Paranavaí, PR, 2017/2019.

A produtividade média de amido, de 11,04 t ha⁻¹ aos 10 meses e 11,64 t ha⁻¹ aos 11,5 meses, decaiu para 10,59 t ha⁻¹ aos 14,5 meses e 10,38 t ha⁻¹ aos 16 meses, em razão da queda dos teores de amido após a poda (Tabela 5). Foram evidenciadas diferenças de comportamento da produtividade de amido dos genótipos em função da idade na colheita. Apesar da grande variação na classificação dos genótipos, alguns padrões de comportamento podem ser observados. Por exemplo, o clone 56-18 destacou-se em produtividade de amido em todas as épocas, apesar de, em valores absolutos, sua média na primeira colheita (9,79 t ha⁻¹), ter sido superior apenas à da testemunha Caiuá (7,59 t ha⁻¹). Entretanto, da segunda colheita (11,5 MAP) em diante, esse genótipo apresentou valores de produtividade de amido sempre elevados, especialmente a partir dos 14 meses após o plantio.

As cultivares BRS CS01 e a BRS 420 também se destacaram quanto à PAM até a colheita dos 17,5 meses, a partir da qual passaram a ter um desempenho intermediário, indicando serem genótipos mais adequados para colheita precoce (em primeiro ciclo).

Em geral, pode-se destacar que as produtividades de amido foram altas, em relação ao que se pode estimar em média para o estado do Paraná. Os genótipos BRS CS01, BRS 420 e 55-04 tiveram produtividade acima de 10 t ha⁻¹ na totalidade das colheitas.

A produtividade média de amido aos 23,5 MAP (19,90 t ha⁻¹) foi 70,9% superior à do final do primeiro ciclo (11,64 t ha⁻¹), o que sugere ser mais viável a colheita no segundo ciclo. Contudo, quando se comparam as médias de produtividade de amido da cultivar Caiuá aos 23,5 MAP (12,49 t ha⁻¹) com as das cultivares BRS CS01 e BRS 420 aos 11,5 MAP (13,28 e 13,33 t ha⁻¹, respectivamente), constata-se poder ser mais viável a colheita dos genótipos precoces no final do primeiro ciclo. Baafi e Safo-Kantanka (2007) consideram que a colheita de diferentes variedades em diferentes idades pode otimizar a produtividade de amido, o que pode contribuir para o melhor desempenho industrial. Há ainda que se considerar fatores de risco, que podem se expressar mais no segundo ciclo, como podridões de raízes, insetos, pragas de solo, cochonilhas da parte aérea, que não interferiram significativamente no caso do presente estudo.

Tabela 5. Produtividade média de amido (t ha⁻¹) de seis genótipos de mandioca, colhidos em nove diferentes épocas. Paranavaí, PR, 2017/2019.

Genótipo	Meses Após o Plantio (MAP)									Média
	10	11,5	14,5	16	17,5	19	20,5	22	23,5	
	22/05/18	12/07/18	23/10/18	07/12/18	22/01/19	08/03/19	25/04/19	10/06/19	25/07/19	
56-18	9,90 ab	12,37 ab	11,88 a	12,51 a	14,61 a	22,90 a	20,42 ab	25,60 a	21,21 a	16,82
BRS CS01	13,90 a	13,28 a	10,89 a	12,23 a	13,54 a	15,52 b	19,40 ab	19,52 bc	22,21 a	15,61
BRS 420	11,90 ab	13,33 a	12,10 a	10,48 ab	11,04 ab	17,18 b	16,15 bc	15,86 c	22,25 a	14,48
55-04	10,54 ab	11,32 ab	10,95 a	12,02 a	14,46 a	18,29 ab	17,23 ab	18,55 bc	19,88 a	14,80

Tabela 5. Continuação.

Genótipo	Meses Após o Plantio (MAP)									
	10	11,5	14,5	16	17,5	19	20,5	22	23,5	Média
	22/05/18	12/07/18	23/10/18	07/12/18	22/01/19	08/03/19	25/04/19	10/06/19	25/07/19	
IPR União	12,40 ab	11,43 ab	10,10 a	8,51 ab	11,80 ab	17,89 b	21,25 a	20,79 ab	21,33 a	15,06
Caiuá	7,59 b	8,12 b	7,61 a	6,53 b	8,28 b	13,85 b	12,32 b	18,00 bc	12,49 b	10,53
Média	11,04	11,64	10,59	10,38	12,29	17,61	17,80	19,72	19,90	14,55

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A variação da produtividade de amido ao longo das diferentes épocas de colheita foi influenciada pelo genótipo, e seguiu o mesmo padrão da produtividade de raízes. Três genótipos (56-18, IPR União e Caiuá) tiveram comportamento cúbico, dois (BRS CS01 e BRS 420) se ajustaram ao modelo quadrático de regressão e somente o clone 55-04 ajustou-se ao comportamento linear (Figuras 4a, b). Lessa; Ledo; Santos (2019), ao trabalharem com oito genótipos em quatro épocas de colheita, também verificaram tendência de variação entre genótipos, onde cinco genótipos se ajustaram ao comportamento linear e três ao comportamento quadrático.

Embora 56-18, IPR União e Caiuá tenham apresentado similaridades no comportamento, observa-se que a curva do clone 56-18 é mais suave que a dos outros dois genótipos, no período compreendido entre as colheitas de 11,5 (poda) e 14,5 meses, sugerindo que a diminuição da PAM do clone 56-18 foi menor que a dos outros dois genótipos, e indicando precocidade de acúmulo de amido após o repouso fisiológico (Figura 4A).

Um fato digno de nota é a semelhança dos comportamentos da BRS CS01 e da BRS 420 quanto à PAM, com leve tendência de superioridade da BRS CS01 ao longo das épocas de colheita (Figura 4B). Quanto ao clone 55-04, seu comportamento linear quanto à PAM indica claramente a consistência do seu desempenho crescente, sem perdas de produtividade de amido, o que o classifica como mais uma opção interessante para o planejamento do escalonamento da colheita.

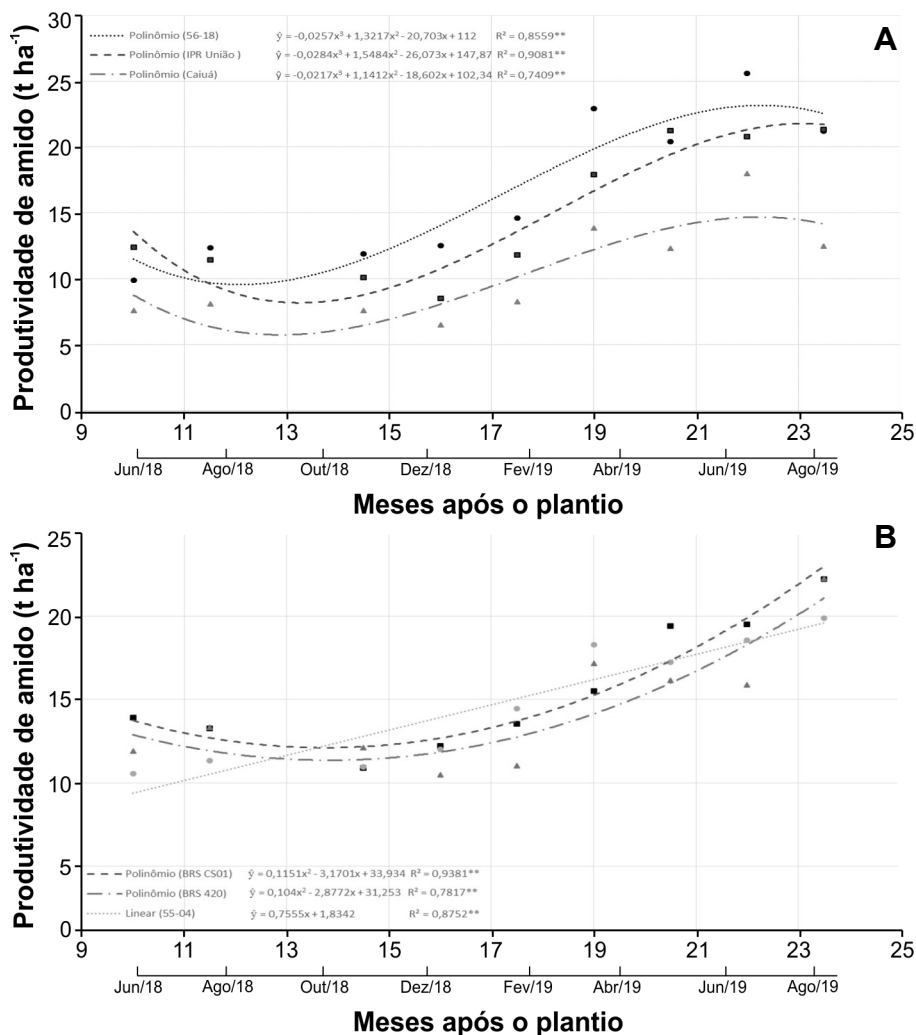


Figura 4. Comportamento médio da produtividade de amido de seis genótipos de mandioca em Paranavaí, PR, 2017/2019.

Janket et al. (2018) alegam que diferenças entre comportamentos podem ocorrer em função de interação entre genótipo e condições ambientais, como fotoperíodo, radiação solar e umidade relativa do ar.

Conforme já discutido, pode-se verificar para cinco dos seis genótipos estudados, valores superiores de produtividade de amido a partir de cerca de

17 MAP, considerando-se o período total, à exceção do genótipo 55-04, que manteve comportamento linear crescente.

Conclusões

O padrão de comportamento da produtividade de raízes é função principalmente do genótipo, e influencia diretamente o padrão da produtividade de amido.

As diferenças de comportamento em relação ao teor de amido entre os diferentes trabalhos realizados têm a ver com fatores como: região de avaliação, radiação solar, temperaturas, pluviosidade, genótipos utilizados e épocas de colheita. Contudo, algumas similaridades são evidentes, dentre elas, a associação da idade da planta, próxima ao repouso fisiológico, com o ponto de máximo acúmulo de amido nas raízes tuberosas. Outro aspecto a destacar é a queda nos valores de teor de amido após o primeiro ciclo, com nova recuperação iniciando, em geral, a partir de quatro meses após o ponto de máximo. Essa inflexão corresponde ao momento em que passa a existir superávit de fotoassimilados na planta (Sagrilo et al., 2003; Lessa; Ledo; Santos 2019; Magolbo, 2019; Oliveira et al., 2019).

A produtividade média de amido indica a eficiência do genótipo em acumular o principal produto requerido pelo complexo agroindustrial da mandioca do Centro-Sul do Brasil. É, portanto, uma característica fundamental, que reflete diretamente no preço a ser pago pela matéria-prima, e que orienta decisões para o setor (Lessa; Ledo; Santos 2019). Por exemplo, pode-se ter em um determinado momento alta produtividade de raízes, mas com baixo teor de amido. Em outra situação, pode-se obter menor produtividade de raízes, com maior concentração de amido, que pode resultar em melhor resultado econômico. No caso do presente trabalho foram verificadas variações nos comportamentos, em função de genótipos e idades das plantas. As cultivares BRS CS01 e BRS 420 apresentam acúmulo precoce de amido nas raízes, sendo opções interessantes para colheita no final do primeiro ciclo, com produtividades de amido similares à cultivar Caiuá colhida com dois ciclos. Em se pensando no planejamento da colheita, surgem como opções viáveis para o escalonamento, sem maiores perdas, os genótipos 55-04 e 56-18, pela melhor estabilidade de produtividade de amido após o final do primeiro ciclo.

Referências

- AGUIAR, E. B.; BICUDO, S. J.; CURCELLI, F.; FIGUEIREDO, P. G.; CRUZ, S. C. S. Pruning dates and productivity of cassava. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1463-1470, 2011.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Org.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 138-169 v. 1..
- APARECIDO, L.E.de O. et al. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 40, ed. 4, p. 405-417, jul./aug 2016. DOI <https://doi.org/10.1590/1413-70542016404003916>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v40n4/1981-1829-cagro-40-04-00405.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.
- APEA-BAH, F. B. et al. Factor analysis and age at harvest effect on the quality of flour from four cassava varieties. **World J. Dairy & Food Sci.**, Dubai, v. 6, n. 1, p. 43-54, 2011. Disponível em: [https://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs6\(1\)/7.pdf](https://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs6(1)/7.pdf). Acesso em: 11 maio 2020.
- BAAFI, E.; SAFO-KANTANKA, O. Effect of genotype, age and location on cassava starch yield and quality. **Journal of Agronomy**, [s. l.], v. 6, ed. 4, p. 581-585, 2007. DOI 10.3923/ja.2007.581.585. Disponível em: <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ja.2007.581.585>. Acesso em: 11 maio 2020.
- BRS CS 01**: nova cultivar de mandioca para os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145715/1/folder-mandioca-BRSCS01-atual-22-07-2016.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- BRS 420**: cultivar de mandioca precoce para indústria, adaptada ao plantio direto e à mecanização. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. 6 p. il. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210138/1/folder-brs-420-atual-.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- EBAH-DJEDJI, B. C. et al. Effect of harvest period on starch yield and dry matter content from the tuberous roots of improved cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 11, n. 5, p. 414-418, 2012. Disponível em: <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjn/2012/414-418.pdf>. Acesso em: 4 maio 2020.
- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. In: **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Brasília, DF, 9 abr. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- JANKET, A. et al. Seasonal variation in starch accumulation and starch granule size in cassava genotypes in a tropical savanna climate. **Agronomy**, Basel, v. 8, ed. 297, p. 1-16, 2018. DOI 0.4314/agrosh.v19i1.3. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329480696_Seasonal_Variation_in_Starch_Accumulation_and_Starch_Granule_Size_in_Cassava_Genotypes_in_a_Tropical_Savanna_Climate. Acesso em: 11 maio 2020.
- KAWANO, K.; FUKUDA, W. M. G.; CENPUKDEE, U. Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. **Crop Science**, v. 26, p. 69-74, 1987.
- LESSA, L. S.; LEDO, C. A. S.; SANTOS, V. S. Effect of harvesting times on agronomic characteristics of industrial cassava genotypes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 14, n. 2, p. 1-6, 2019. DOI 10.5039/agraria.v14i2a5647. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1108664/1/26795.pdf>. Acesso em: 4 maio 2020.

MAGOLBO, L. A. S. Efeito da adubação fosfatada no crescimento, **produtividade e acúmulo de fósforo e amido em mandioca para indústria**. 2019. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2019.

OLIVEIRA, E. C. et al. Analysis of cassava growth at different harvest times and planting densities. **Semina**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 113-126, jan./fev. 2019.

OLIVEIRA, N. T. et al. Effect of harvest time and nitrogen doses on cassava root yield and quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 2017. DOI 10.1590/18069657. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v41/0100-0683-rbcs-18069657rbcs20150204.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SAGRILO, E. et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.

SAGRILO, E. et al. Effect of harvest period on the quality of storage roots and protein content of the leaves in five cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 2003, n. 2, ed. 46, p. 295-305, mar 2003.

SEAB/DERAL. In: Levantamento da Produção Agropecuária. Curitiba: SEAB/DERAL, 18 dez. 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/ProducaoAnual>. Acesso em: 19 dez. 2019.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 1, p. 15-34, jan.-abr. 2014.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputadores**. Pelotas: DMEC; IFM; UFPel, 1987.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016772